

明細書

プラズマエッティング方法

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマエッティング方法に関し、特にトレンチを良好に形成するプラズマエッティング方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、エレクトロニクス機器における小型化に伴って、それに付随する半導体デバイスも小型化が要求されてきている。従って、半導体デバイスの素子分離やメモリ・セル容量面積の確保を目的としてシリコン基板に形成されるトレンチ(溝)やビアホール(穴)には、例えば40以上の高アスペクト比(溝または穴の深さ／溝または穴の径)が要求される。そして、このような高アスペクト比のトレンチやビアホールをシリコン基板に形成する方法として、エッティングガスをプラズマ化して生じた活性種(イオンやラジカル)によりシリコン基板のエッティングを行うプラズマエッティング方法がある。トレンチビアホールのプラズマエッティングメカニズムは概ね同じであるので、以下ではトレンチに関して述べる。

[0003] ところで、トレンチには高アスペクト比が要求されると共に、図10に示されるような側壁部の傾斜角を約90度(垂直)にすることが要求される。しかし、高アスペクト比のトレンチを実現しようとする場合、トレンチの形状制御が困難となるので、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができないという問題がある。すなわち、プラズマエッティング方法によるシリコン基板のエッティング工程においては、電気的に中性なラジカルがシリコン基板表面に等方的に入射し、サイドエッティングを生じさせており、特に高アスペクト比のトレンチにおいてはこれが顕著になり、トレンチ形状が所定の形状とならずに図11に示されるような形状となるのである。

[0004] このような問題を解決する先行技術として、例えば特許文献1、2に記載のプラズマエッティング方法がある。

[0005] 以下、特許文献1、2に記載のプラズマエッティング方法によるシリコン基板のエッティングについて図12A—図12Dに沿って説明する。

[0006] まず、図12Aに示されるように、パターン形成されたマスク300を用いて、エッチングガスをプラズマ化して生じた活性種によりシリコン基板310のエッチングを行う。このとき、イオンは負バイアスにより加速されてシリコン基板310表面に垂直に入射し、垂直方向にエッチングを進行させ、ラジカルはシリコン基板310表面に等方的に入射し、上端開口部のマスク300下にサイドエッチングを生じさせる。

[0007] 次に、図12Bに示されるように、エッチングに対する保護膜320を、トレンチ内シリコン基板310表面に形成する。

[0008] 次に、図12Cに示されるように、再び活性種によりシリコン基板310のエッチングを行う。このとき、トレンチ側壁は保護膜320で覆われているため、ラジカルによる側面のエッチングは進行せず、垂直方向のエッチングと新たに現れたトレンチ側壁のエッチングが進行する。

[0009] 次に、図12Dに示されるように、上記図12A～図12Cの工程を繰り返す。

以上のように従来のプラズマエッチング方法によれば、エッチング工程を複数回に分けておこない、エッチングを進行させる前にはトレンチ側壁を保護膜で覆う。よって、エッチングの回数を増やすことで高アスペクト比のトレンチを形成することができ、トレンチ側壁のエッチングの進行を抑えることができるので、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができる。

特許文献1：特開昭60-50923号公報

特許文献2：特開平7-503815号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、従来のプラズマエッチング方法では、エッチング工程と保護膜形成の工程とが繰り返しておこなわれるために、トレンチ側壁に凸凹が生じるという問題がある。

[0011] そこで、本発明は、かかる問題点に鑑み、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができ、かつ、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッチング方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 上記目的を達成するために、本発明のプラズマエッチング方法は、処理室内においてSiからなる被処理体をプラズマエッチングする方法であって、フッ素化合物ガス及び希ガスを含むエッチングガスを前記処理室内に導入し、前記エッチングガスをプラズマ化して前記被処理体をエッチングすることを特徴とする。ここで、前記エッチングガスは、さらにO₂ガスを含み、前記フッ素化合物ガスは、SF₆ガスであってもよいし、前記希ガスは、Heガスであってもよいし、前記処理室内に導入するHeガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して30%以上であってもよいし、前記エッチングガスをICP法によりプラズマ化してもよい。
- [0013] これらによって、トレンチ内部のガスが外部に追い出されるようなガス流を発生させ、トレンチ内部の反応生成物及び活性種の滞在時間を短くすることができるので、高アスペクト比のトレンチを形成する場合においても、トレンチにサイドエッチングが生じたり、トレンチが先細りしたりするのを抑制することができる。つまり、トレンチ形状に対し、トレンチを形成することができるので、トレンチ側壁に凸凹が生じるのを防ぐ。つまり、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッチング方法を実現することができる。
- [0014] ここで、前記処理室の内壁は、絶縁性材料から構成されてもよい。また、前記絶縁性材料は、石英、アルミナ、アルマイト加工されたアルミ母材あるいは酸化イットリウムであってもよい。
- [0015] これによって、プラズマ密度を高く保ち、エッチングレートを高く維持し、トレンチに対する側壁保護効果が低下するのを防ぐことができるので、トレンチにサイドエッチングを生じさせず、所定形状のトレンチを形成できるプラズマエッチング方法を実現することができる。
- [0016] また、前記エッチングガスは、さらにCl₂ガスを含んでもよい。また、前記処理室内に導入するCl₂ガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して10%以下であってもよい。
- [0017] これによって、エッチングガスはCl₂を含むので、トレンチ側壁保護効果が強すぎた

場合に、トレンチの底まで保護する作用が働き、部分的にエッチングが阻害されて生じるトレンチの底の残渣を低減することができるプラズマエッチング方法を実現することができる。

- [0018] また、前記フッ素化合物ガスは、SF₆ガスもしくはNF₃ガスであり、前記エッチングガスに27MHz以上の周波数の電力を印加してプラズマ化してもよい。
- [0019] これによって、トレンチに対するサイドエッチングの進行を抑えることができるので、トレンチにサイドエッチングを生じさせず、所定形状のトレンチを形成できるプラズマエッチング方法を実現することができる。
- [0020] また、前記希ガスは、Heガスであり、前記処理室内に導入するHeガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して80%以上であってもよい。
- [0021] これによって、トレンチに対するサイドエッチングの進行をさらに抑えることができる所以、所定形状のトレンチを形成できるプラズマエッチング方法を実現することができる。
- [0022] また、前記エッチングガスは、さらにポリマー生成ガスを含み、前記フッ素化合物は、SF₆ガスであってもよいし、前記ポリマー生成ガスは、C₄F₈ガス、CHF₃ガス、C₅F₈ガス及びC₄F₆ガスのいずれかであってもよい。また、前記フッ素化合物ガスは、SF₆ガスであり、前記エッチングガスに500kHzの周波数の電力を印加してプラズマ化してもよい。
- [0023] これによって、SOI基板等をエッチングする際に、絶縁性のストッパー層が露出した後もトレンチ側壁を保護し続けることができるので、トレンチにサイドエッチングを生じさせず、所定形状のトレンチをSOI基板等に形成できるプラズマエッチング方法を実現することができる。
- [0024] また、O₂ガスを含み、フッ素化合物ガスとしてSF₆ガスを用いたエッチングガスを用いて前記被処理体をエッチングした後に、ポリマー生成ガスを含み、フッ素化合物ガスとしてSF₆ガスを用いたエッチングガスを用いて前記被処理体を更にエッチングしてもよい。
- [0025] これによって、エッチングにより絶縁性のストッパー層が露出するまでは、O₂ガスを用いたエッチングを行つて高いエッチング速度を実現し、エッチングによりストッパー

層が露出した後は、ポリマー生成ガスを用いたエッチングを行ってサイドエッチングの進行の少ないエッチングを実現することができる。

[0026] また、前記フッ素化合物ガスは、 CF_4 ガスであってもよい。また、前記希ガスは、Ar ガスであってもよいし、前記処理室内に導入する Ar ガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して 50～90% であってもよい。

[0027] これらによって、反応性を弱め、エッチング速度を遅くすることができるので、高い寸法精度で深さの浅い高アスペクト比のトレンチを形成できる。

発明の効果

[0028] 本発明に係るプラズマエッチング方法によれば、高アスペクト比のトレンチを形成する場合においても、トレンチにサイドエッチングが生じたり、トレンチが先細りしたりするのを抑制することができ、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求との満たすことができる。また、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できる。さらに、トレンチにサイドエッチングを生じさせず、所定形状のトレンチを形成できる。さらにまた、高い寸法精度で深さの浅い高アスペクト比のトレンチを形成できる。

[0029] よって、本発明により、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求を同時に満たすことができ、かつ、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッチング方法を提供することが可能となり、実用的価値は極めて高い。

図面の簡単な説明

[0030] [図1] 本発明の第1の実施の形態のプラズマエッチング装置の構成を示す図である。

[図2] 同実施の形態のプラズマエッチング装置におけるエッチングガスに He ガスを用いた効果を説明するための図である。

[図3A] 同実施の形態のプラズマエッチング装置におけるエッチングチャンバーの内壁に絶縁性材料を用いた効果を説明するための図である。

[図3B] 同実施の形態のプラズマエッチング装置におけるエッチングチャンバーの内壁に絶縁性材料を用いた効果を説明するための図である。

[図4] 本発明の第2の実施の形態のプラズマエッチング装置の構成を示す図である。

[図5] He 量とアンダーカットの大きさとの関係を示す図である。

[図6] ノッチの生じたトレンチが形成された SOI 基板の断面図である。

[図7]本発明の第3の実施の形態のプラズマエッティング装置の構成を示す図である。

[図8]本発明の第4の実施の形態のプラズマエッティング装置の構成を示す図である。

[図9]同実施の形態のプラズマエッティング装置においてシリコン基板にトレチが形

成される様子を説明するための図である。

[図10]所定の形状のトレチが形成されたシリコン基板の断面図である。

[図11]サイドエッティングの生じたトレチが形成されたシリコン基板の断面図である。

[図12A]従来のプラズマエッティング方法によるシリコン基板のエッティングを説明するた

めの図である。

[図12B]従来のプラズマエッティング方法によるシリコン基板のエッティングを説明するた

めの図である。

[図12C]従来のプラズマエッティング方法によるシリコン基板のエッティングを説明するた

めの図である。

[図12D]従来のプラズマエッティング方法によるシリコン基板のエッティングを説明するた

めの図である。

符号の説明

- [0031] 100、1100 エッティングチャンバー
110 上部電極
120 下部電極
130a、130b、730a、730b、1030a、1030b、1110a、1110b 高周波電源
140、1120 ガス導入口
150、1130 排気口
300 マスク
310、910、1150a シリコン基板
320 保護膜
600 エッティングチャンバー壁
610 プラズマ
900 ノッチ
920 ストッパー層

- 1000 アンダーカット
- 1140 誘電コイル
- 1150 電極
- 1150a シリコン基板
- 1160 誘電板
- 1170 ヒータ
- 1180 チャンバーヒータ

発明を実施するための最良の形態

[0032] 以下、本発明の実施の形態におけるプラズマエッチング装置について、図面を参考しながら説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置の構成を示す図である。

[0033] プラズマエッチング装置は、例えばICP (Inductively Coupled Plasma)型エッチング装置であって、真空のエッチングチャンバー100と、エッチングチャンバー100内の上部電極110及び下部電極120と、高周波電源130a、130bと、ガス導入口140と、排気口150とを備える。

[0034] エッチングチャンバー100は、エッチングがおこなわれる処理室であり、内壁が例えば石英、アルミナ、アルマイト加工されたアルミ母材あるいは酸化イットリウム等の絶縁性材料からなる。

[0035] 高周波電源130a、130bは、例えば13. 56MHzの高周波電力を供給する。

ガス導入口140は、エッチングチャンバー100にガスを供給する。

[0036] 排気口150は、エッチングチャンバー100内のガスを排気する。

次に、トランジスタ等の半導体装置の製造における1工程としての上記プラズマエッチング装置を用いたシリコン基板のトレチ加工について、以下で順に説明する。

[0037] まず、下部電極120上にシリコン基板を載置し、エッチングチャンバー100内を一定の圧力に保ちながら、ガス導入口140を介してエッチングガスを供給し、排気口150から排気する。ここで、エッチングガスは、フッ素化合物ガス、例えばSF₆ガスを主成分とし、これに添加ガス、例えばO₂ガス及び希ガス、例えばHeガス等を添加した混

合ガスである。また、He量は、少ないとSF₆ガス及びO₂ガスのエッティングガス中の占める割合が大きくなってトレンチにサイドエッティングを生じたり、トレンチが先細りしたりし、また、多いとSF₆ガス及びO₂ガスのエッティングガス中の占める割合が小さくなつてエッティングが進まないので、総流量に対して30%以上となるように調節する。なお、添加ガスはCOやCO₂などの炭素化合物であつてもよく、また希ガスは、Arガス、Xeガス、Neガス、Krガスであつてもよい。

- [0038] 次に、高周波電源130a、130bから上部電極110及び下部電極120にそれぞれ高周波電力を供給して、エッティングガスをプラズマ化させる。F⁺イオン、Fラジカル等のプラズマ中の活性種は、シリコン基板のシリコンと反応して、SiF₄、SiO₂等の反応生成物を生成し、シリコン基板をエッティングしてトレンチを形成する。このとき、エッティング対象がシリコン基板であることを考慮して、下部電極120に印加するRFパワーは、低く例えば約50Wに設定する。
- [0039] 以上のように本実施の形態のプラズマエッティング装置によれば、Heガスを含むエッティングガスを用いてシリコン基板にトレンチを形成する。よって、図2に示されるように、トレンチ内部のガスが外部に追い出されるようなガス流を発生させ、トレンチ内部の反応生成物及び活性種の滞在時間を短くすることができるので、本実施の形態のプラズマエッティング装置は、例えば40以上の高アスペクト比のトレンチを形成する場合においても、トレンチにサイドエッティングが生じたり、トレンチが先細りしたりするのを抑制することができる。つまり、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができるプラズマエッティング装置を実現することができる。
- [0040] また、本実施の形態のプラズマエッティング装置によれば、1回のエッティング工程によりシリコン基板にトレンチを形成する。よって、トレンチ側壁に凸凹が生じるのを防ぐことができるので、本実施の形態のプラズマエッティング装置は、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッティング装置を実現することができる。
- [0041] また、本実施の形態のプラズマエッティング装置によれば、O₂ガスを含むエッティングガスを用いてシリコン基板をエッティングする。よって、トレンチに対する側壁保護効果を高めることができるので、本実施の形態のプラズマエッティング装置は、トレンチにサイドエッティングを生じさせず、所定形状のトレンチを形成できるプラズマエッティング装

置を実現することができる。

[0042] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、エッチングチャンバー10の内壁が絶縁性材料から構成される。よって、図3Aに示されるように放電により生じた電子のエッチングチャンバー壁600への衝突によりプラズマ610の密度が低くならず、図3Bに示されるようにプラズマ610の密度を高く保ち、エッチングレートを高く維持し、トレンチに対する側壁保護効果の低下を防止することができるので、本実施の形態のプラズマエッチング装置は、トレンチにサイドエッチングを生じさせず、所定の形状のトレンチを形成できるプラズマエッチング装置を実現することができる。

[0043] なお、本実施の形態のプラズマエッチング装置において、エッチングガスは、SF₆ガスを主成分とし、これにO₂ガス及び希ガスを添加した混合ガスであるとした。しかし、エッチングガスには、さらに塩素(Cl₂)ガスが例えば総流量の10%以下、例えば約10%添加されていてもよい。これによって、トレンチ側壁保護効果が強すぎた場合に、トレンチの底まで保護する作用が働き、部分的にエッチングが阻害されて生じるトレンチの底の残渣を低減することができる。

[0044] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置において、エッチングガスは、SF₆ガスを主成分とするとしたが、NF₃ガスを主成分としてもよい。

[0045] (第2の実施の形態)

上記第1の実施の形態のプラズマエッチング装置において、エッチングガスとしてSF₆ガス、O₂ガス及び希ガスを含む混合ガスを用い、その混合ガスに例えば13.56MHzの高周波数の電力を印加するとした。しかし、エッチングガスとしてO₂ガスを含まない混合ガス、つまりSF₆ガス等のフッ素化合物ガス及び希ガスを含む混合ガスを用い、その混合ガスに27MHz以上の高周波数の電力を印加しても同様の効果が得られる。

[0046] そこで、第2の実施の形態のプラズマエッチング装置において、エッチングガスとしてSF₆ガス等のフッ素化合物ガス及び希ガスを含む混合ガスを用い、その混合ガスに27MHz以上の高周波数の電力を印加した。以下、第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

[0047] 図4は、第2の実施の形態のプラズマエッチング装置の構成を示す図である。

プラズマエッチング装置は、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置とは異なる高周波電源を有し、エッチングチャンバー100と、上部電極110及び下部電極120と、高周波電源730a、730bと、ガス導入口140と、排気口150とを備える。

- [0048] 高周波電源730a、730bは、27MHz以上の高周波電力、例えば消費電力の少ない27MHzの高周波電力を供給する。
- [0049] 次に、上記プラズマエッチング装置を用いたシリコン基板のトレンチ加工について、以下で順に説明する。
- [0050] まず、下部電極120上にシリコン基板を載置し、エッチングチャンバー100内を一定の圧力に保ちながら、ガス導入口140を介してエッチングガスを供給し、排気口150から排気する。ここで、エッチングガスは、SF₆ガス等のフッ素化合物ガスを主成分とし、希ガス、例えばHeガス等のガスを添加した混合ガスである。また、トレンチに対するサイドエッチングの進行の度合い、つまりアンダーカット(図11の1000)の大きさは、He量に対して図5に示されるような変化を示す。すなわち、He量が80%より小さくなるとサイドエッチングの進行度合いが大きくなる。よって、He量は、総流量に対して80%以上となるように調節する。なお、希ガスは、Arガス、Xeガスであってもよい。
- [0051] 次に、高周波電源730a、730bから上部電極110及び下部電極120にそれぞれ高周波電力を供給して、エッチングガスをプラズマ化させる。F⁺イオン、Fラジカル等のプラズマ中の活性種は、シリコン基板のシリコンと反応して、SiF₄等の反応生成物を生成し、シリコン基板をエッチングしてトレンチを形成する。
- [0052] 以上のように本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置と同様に、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができるプラズマエッチング装置を実現することができる。
- [0053] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置と同様に、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッチング装置を実現することができる。
- [0054] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、エッチングガスに27MHz以上の高周波数の電力を印加してプラズマ化し、シリコン基板をエッチングする。よつ

て、トレンチに対するサイドエッティングの進行を抑えることができるので、本実施の形態のプラズマエッティング装置は、トレンチにサイドエッティングを生じさせず、所定形状のトレンチを形成できるプラズマエッティング装置を実現することができる。

- [0055] なお、本実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスは、SF₆ガスを主成分とするとしたが、NF₃ガスを主成分としてもよい。
- [0056] また、本実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスとしてSF₆ガス、O₂ガス及び希ガスを含む混合ガスを用い、その混合ガスに27MHz以上の高周波数の電力を印加しても同様の効果が得られる。
- (第3の実施の形態)
 - [0057] 上記第1の実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスとしてSF₆ガス、O₂ガス及び希ガスを含む混合ガスを用いるとした。しかし、エッティングガスとしてSF₆ガス等のフッ素化合物ガス、ポリマー生成ガス及び希ガスを含む混合ガスを用いても同様の効果が得られ、更にSOI(Silicon On Insulator)基板等の下方に絶縁性のストッパー層のあるシリコン基板をエッティングする場合におけるサイドエッティングの進行を抑えることができる。
 - [0058] すなわち、第1の実施の形態のプラズマエッティング装置では、O₂とシリコンとが反応して生成される反応生成物によりトレンチ側壁を保護している。よって、SOI基板等においてエッティングによりストッパー層が露出すると反応生成物の生成が止まってトレンチ側壁を保護できなくなり、図6に示されるようなノッチ900がストッパー層920近傍のシリコン基板910に形成される。しかし、エッティングガスとしてポリマー生成ガスを用いると、ポリマー生成ガスにより生成されたポリマーによりトレンチ側壁が保護される。よって、ストッパー層が露出してもポリマーの生成は止まらず、トレンチ側壁を保護し続けることができるのである。
 - [0059] そこで、第3の実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスとしてSF₆ガス等のフッ素化合物ガス、ポリマー生成ガス及び希ガスを含む混合ガスを用いた。以下、第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。なお、ポリマー生成ガスとしては、例えばC₄F₈ガス、CHF₃ガス、C₅F₈ガス及びC₄F₆ガス等がある。
 - [0060] 図7は、第3の実施の形態のプラズマエッティング装置の構成を示す図である。

プラズマエッチング装置は、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置と同様の構成を有し、エッチングチャンバー100と、上部電極110及び下部電極120と、高周波電源1030a、1030bと、ガス導入口140と、排気口150とを備える。

- [0061] 次に、上記プラズマエッチング装置を用いたSOI基板のトレンチ加工について、以下で順に説明する。
- [0062] まず、下部電極120上にSOI基板を載置し、エッチングチャンバー100内を一定の圧力に保ちながら、ガス導入口140を介してエッチングガスを供給し、排気口150から排気する。ここで、エッチングガスは、SF₆ガス等のフッ素化合物ガスを主成分とし、これにポリマー生成ガス及び希ガス、例えばHeガス等を添加した混合ガスである。また、He量は、少ないとSF₆ガスのエッチングガス中での占める割合が大きくなつてトレンチにサイドエッチングを生じたり、トレンチが先細りしたりし、また、多いとSF₆ガスのエッチングガス中での占める割合が小さくなつてエッチングが進まないので、総流量に対して30%以上となるように調節する。なお、希ガスは、Arガス、Xeガスであつてもよい。
- [0063] 次に、高周波電源1030a、1030bから上部電極110及び下部電極120にそれぞれ低周波電力を供給して、エッチングガスをプラズマ化させる。F⁺イオン、Fラジカル等のプラズマ中の活性種は、SOI基板のシリコンと反応して、Si₂F₆等の反応生成物を生成し、SOI基板のシリコン基板をストッパー層が露出するまでエッチングしてトレンチを形成する。
- [0064] 以上のように本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置と同様に、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができるプラズマエッチング装置を実現することができる。
- [0065] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、第1の実施の形態のプラズマエッチング装置と同様に、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッチング装置を実現することができる。
- [0066] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、ポリマー生成ガスを含むエッチングガスを用いてSOI基板にトレンチを形成する。よって、ストッパー層が露出

した後もトレンチ側壁を保護し続けることができるので、本実施の形態のプラズマエッティング装置は、トレンチにサイドエッティングを生じさせず、所定形状のトレンチをSOI基板等に形成できるプラズマエッティング装置を実現することができる。

- [0067] なお、本実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスとしてSF₆ガス、ポリマー生成ガス及び希ガスを含む混合ガスを用いて、SOI基板等の下方にストッパー層のあるシリコン基板をエッティングする場合におけるサイドエッティングの進行を抑えるとした。しかし、エッティングガスとしてポリマー生成ガスを含まない混合ガス、つまりフッ素化合物ガス、例えばSF₆ガス及び希ガスを含む混合ガスを用いても、プラズマエッティング装置が例えば500kHzの低周波電力を供給する低周波電源を備え、エッティングガスに500kHzの低周波数の電力を印加すれば同様の効果が得られる。
- [0068] すなわち、第1の実施の形態のプラズマエッティング装置では、13.56MHzの高周波の電力を使用しているために正イオンはシリコン基板に低速で入射する。よって、SOI基板等においてエッティングによりストッパー層が露出すると、既に入射された正イオンにより帯電したストッパー層によりその後入射される正イオンの軌道が曲げられる。しかし、500kHzの低周波の電力を使用すると正イオンはシリコン基板に高速で入射する。よって、SOI基板等においてエッティングによりストッパー層が露出しても正イオンの軌道は大きく曲げられず、トレンチ側壁を保護し続けることができるである。
- [0069] よって、エッティングガスに500kHzの低周波の電力を印加してプラズマ化することにより、所定形状のトレンチをSOI基板等に形成できるプラズマエッティング装置を実現してもよい。
- [0070] また、本実施の形態のプラズマエッティング装置において、上記ポリマー生成ガスを用いたエッティングあるいは低周波の電力を用いたエッティングにより所定形状のトレンチをSOI基板等に形成できるプラズマエッティング装置を実現するとした。しかし、例えば50～90%以上トレンチ加工されるまで、SF₆ガス、O₂ガス及び希ガスを含む混合ガスをエッティングガスとして用いて第1の実施の形態のようにエッティングを行い、その後、残りのトレンチ加工のために、上記ポリマー生成ガスを用いたエッティングあるいは低周波の電力を用いた本実施の形態のエッティングを行ってもよい。

[0071] これによって、エッティングによりストップ層が露出するまでは、O₂ガスを用いたエッティングを行って高いエッティング速度を実現し、エッティングによりストップ層が露出した後は、ポリマー生成ガスを用いたエッティングを行ってサイドエッティングの進行の少ないエッティングを実現することができる。

[0072] また、本実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスは、SF₆ガスを主成分とするとしたが、NF₃ガスを主成分としてもよい。

[0073] (第4の実施の形態)

上記第1の実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティング処理開始直後にプラズマが安定するまでにトレンチ加工が終了するとトレンチの深さがばらつく。よって、深さの浅い、例えば200nm以下のトレンチを形成する場合には、エッティング速度を遅くしてプラズマが安定するまでにトレンチ加工が終了しないようにする必要がある。しかし、第1の実施の形態のプラズマエッティング装置では、エッティング速度を50nm/minより遅くすることができず、深さの浅いトレンチを形成する場合には、プラズマが安定するまでにトレンチ加工が終了してしまうので、高い寸法精度で深さの浅いトレンチを形成することができない。このとき、エッティング速度を遅くする方法として下部電極に印加するRFパワーを低くする方法が考えられるが、RFパワーが低くなるとプラズマ密度が低くなるため、所望のラジカル・イオンを得ることが困難となり、また、放電が不安定になるので、この方法では新たな問題が生じる。

[0074] そこで、第4の実施の形態のプラズマエッティング装置において、エッティングガスとしてフッ素化合物ガス、例えばCF₄ガス及び希ガスを含む混合ガスを用いた。以下、第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

[0075] 図8は、第1の実施の形態のプラズマエッティング装置の構成を示す図である。

プラズマエッティング装置は、例えばICP型エッティング装置であって、真空のエッティングチャンバー1100と、高周波電源1110a、1110bと、ガス導入口1120と、排気口1130と、スピラル・アンテナ状の誘電コイル1140と、シリコン基板1150aが載置される電極1150と、石英板等の誘電板1160と、ヒータ1170と、チャンバーヒータ1180とを備える。

[0076] エッティングチャンバー1100は、エッティングが行われる処理室である。

高周波電源1110a、1110bは、例えば13. 56MHzの高周波電圧を誘電コイル1140及び電極1150に印加する。

- [0077] ガス導入口1120は、エッチングチャンバー1100にガスを供給する。排気口1130は、エッチングチャンバー1100内のガスを排気する。
- [0078] 次に、上記プラズマエッチング装置を用いたシリコン基板のトレンチ加工について、以下で順に説明する。
- [0079] まず、電極1150上にシリコン基板1150aを載置し、エッチングチャンバー1100内を一定の圧力に保ちながら、ガス導入口1120を通してエッチングガスを供給し、排気口1130から排気する。ここで、エッチングガスは、 CF_4 ガス等のフッ素化合物ガスを主成分とし、これに希ガス、例えばArガス等を添加した混合ガスである。また、Ar量は、少ないと CF_4 ガスのエッチングガス中の占める割合が大きくなつてトレンチにサイドエッチングを生じたり、トレンチが先細りしたりし、また、多いと CF_4 ガスのエッチングガス中の占める割合が小さくなつてエッチングが進まないので、総流量に対して50～90%となるように調節する。なお、希ガスは、Heガス、Xeガスであつてもよい。
- [0080] 次に、高周波電源1110a、1110bから誘電コイル1140及び電極1150にそれぞれ高周波電力を供給して、エッチングガスをプラズマ化させる。 F^+ イオン、Fラジカル等のプラズマ中の活性種は、図9に示されるように、シリコン基板のシリコンと反応して、 SiF_x 、 Si_2F_6 等の反応生成物を生成し、シリコン基板をエッチングしてトレンチを形成する。
- [0081] 以上のように本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、Arガスを含むエッチングガスを用いてシリコン基板にトレンチを形成する。よつて、トレンチ内部のガスが外部に追い出されるようなガス流を発生させ、トレンチ内部の反応生成物及び活性種の滞在時間を短くすることができるので、本実施の形態のプラズマエッチング装置は、例えば40以上の高アスペクト比のトレンチを形成する場合においても、トレンチにサイドエッチングが生じたり、トレンチが先細りしたりするのを抑制することができる。つまり、トレンチ形状に対する要求とアスペクト比に対する要求とを同時に満たすことができるプラズマエッチング装置を実現することができる。

[0082] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、1回のエッチング工程によりシリコン基板にトレンチを形成する。よって、トレンチ側壁に凸凹が生じるのを防ぐことができるので、本実施の形態のプラズマエッチング装置は、なめらかな形状の側壁を有するトレンチを形成できるプラズマエッチング装置を実現することができる。

[0083] また、本実施の形態のプラズマエッチング装置によれば、SF₆ガスに比べラジカルを解離させる度合いの小さなCF₄ガスを主成分とし、これにArガスを添加した混合ガスをエッチングガスに用いてシリコン基板にトレンチを形成する。よって、反応性を弱め、エッチング速度を50nm/minより遅く、例えば12nm/minにすることができる。本実施の形態のプラズマエッチング装置は、高い寸法精度で例えば200nm以下の深さの浅い高アスペクト比のトレンチを形成できるプラズマエッチング装置を実現することができる。すなわち、2000nm/minのエッチング速度で100nmの深さのトレンチを形成する場合、エッチングは約3secで終了するので、プラズマが安定するまでの時間のサンプル間でのばらつきが約1secであることを考慮に入れると、エッチング深さのばらつきは約30%となり、深さばらつきとして許容される約5%を超えるが、20nm/minのエッチング速度で100nmの深さのトレンチを形成する場合、同様の計算でエッチング深さのばらつきは約0.3%となり、約5%を超えない。本実施の形態のプラズマエッチング装置は、深さ方向的にかなり高精度な制御を可能とするのである。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明は、プラズマエッチング方法に利用でき、特に半導体装置のトレンチ加工に際しての半導体基板のエッチング等に利用することができる。

請求の範囲

- [1] 処理室内においてSiからなる被処理体をプラズマエッチングする方法であつて、フッ素化合物ガス及び希ガスを含むエッチングガスを前記処理室内に導入し、前記エッチングガスをプラズマ化して前記被処理体をエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法。
- [2] 前記エッチングガスは、さらにO₂ガス、COガスあるいはCO₂ガスを含み、前記フッ素化合物ガスは、SF₆ガスであることを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。
- [3] 前記希ガスは、Heガスであることを特徴とする請求項2に記載のプラズマエッチング方法。
- [4] 前記処理室内に導入するHeガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して30%以上であることを特徴とする請求項3に記載のプラズマエッチング方法。
- [5] 前記処理室の内壁は、絶縁性材料から構成されることを特徴とする請求項4に記載のプラズマエッチング方法。
- [6] 前記絶縁性材料は、石英、アルミナ、アルマイト加工されたアルミ母材、酸化イットリウムあるいはシリコンカーバイド、窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項5に記載のプラズマエッチング方法。
- [7] 前記エッチングガスは、さらにCl₂ガスを含むことを特徴とする請求項2に記載のプラズマエッチング方法。
- [8] 前記処理室内に導入するCl₂ガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して10%以下であることを特徴とする請求項7に記載のプラズマエッチング方法。
- [9] 前記フッ素化合物ガスは、SF₆ガスもしくはNF₃ガスであり、前記エッチングガスに27MHz以上の周波数の電力を印加してプラズマ化することを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。
- [10] 前記希ガスは、Heガスであり、前記処理室内に導入するHeガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して8

0%以上である

ことを特徴とする請求項9に記載のプラズマエッチング方法。

[11] 前記エッチングガスは、さらにポリマー生成ガスを含み、

前記フッ素化合物は、SF₆ガスである

ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

[12] 前記ポリマー生成ガスは、C₄F₈ガス、CHF₃ガス、C₅F₈ガス及びC₄F₆ガスのいずれかである

ことを特徴とする請求項11に記載のプラズマエッチング方法。

[13] 前記フッ素化合物ガスは、SF₆ガスであり、

前記エッチングガスに500kHzの周波数の電力を印加してプラズマ化する

ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

[14] O₂ガス、COガスあるいはCO₂ガスを含み、フッ素化合物ガスとしてSF₆ガスを用いたエッチングガスを用いて前記被処理体をエッチングした後に、ポリマー生成ガスを含み、フッ素化合物ガスとしてSF₆ガスを用いたエッチングガスを用いて前記被処理体を更にエッチングする

ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

[15] 前記フッ素化合物ガスは、CF₄ガスである

ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

[16] 前記希ガスは、Arガスである

ことを特徴とする請求項15に記載のプラズマエッチング方法。

[17] 前記処理室内に導入するArガスの量は、前記エッチングガスの総流量に対して50～90%である

ことを特徴とする請求項16に記載のプラズマエッチング方法。

[18] 前記エッチングガスをICP法によりプラズマ化する

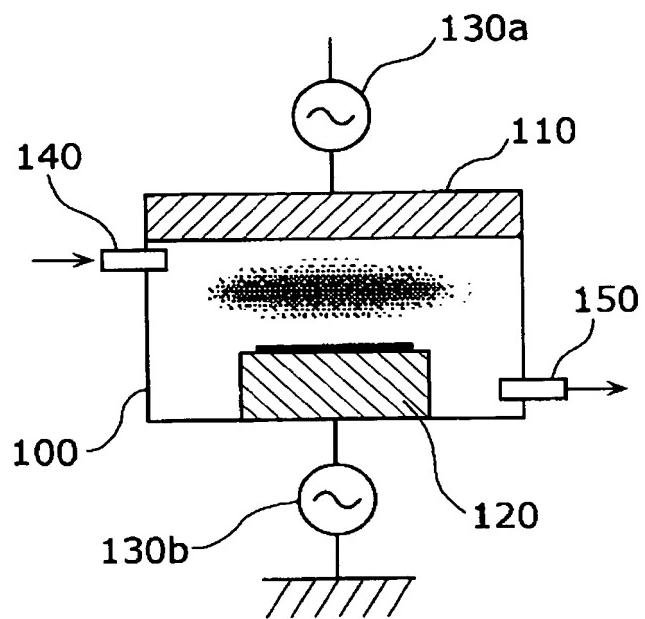
ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

[19] シリコン基板をエッチングする装置であって、

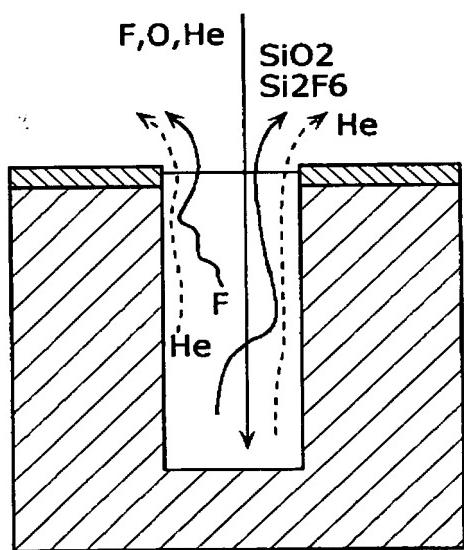
請求項1に記載のプラズマエッチング方法を用いて前記シリコン基板にレンチを形成する

ことを特徴とするエッチング装置。

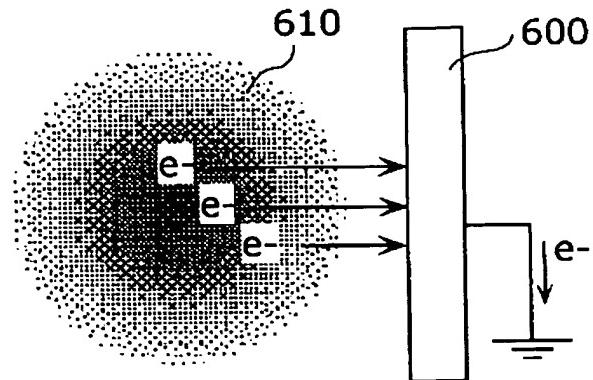
[図1]



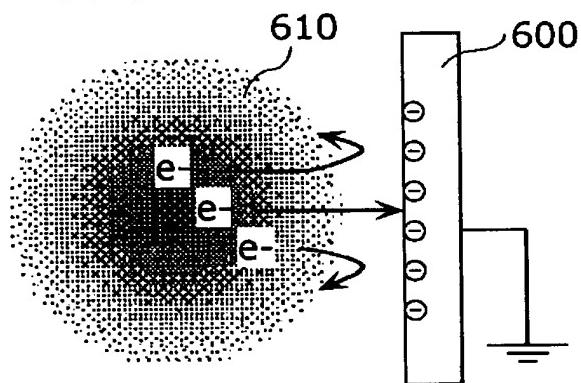
[図2]



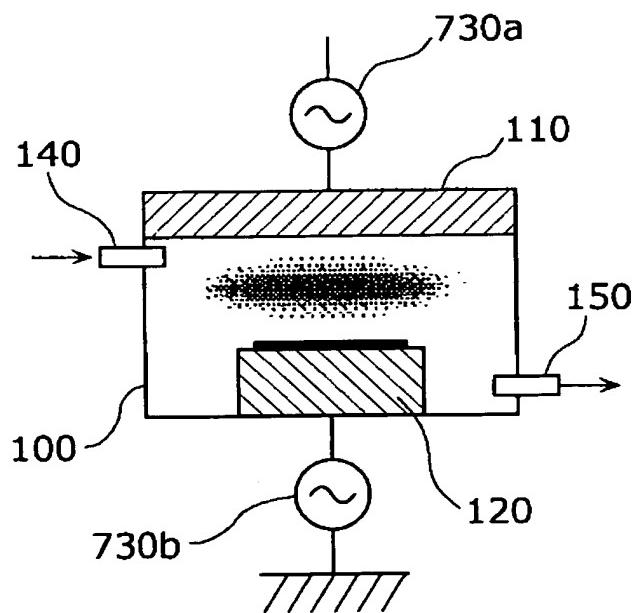
[図3A]



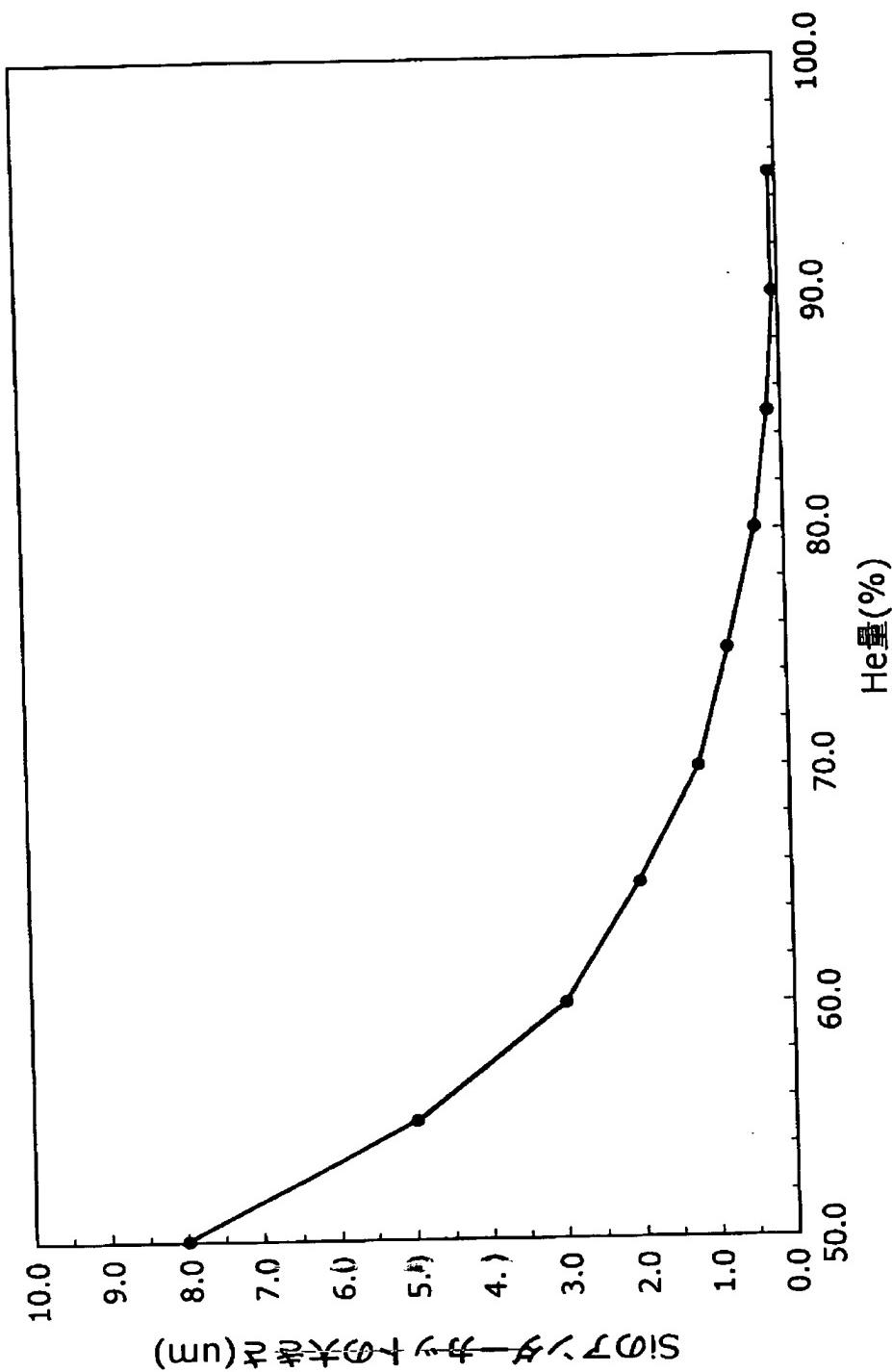
[図3B]



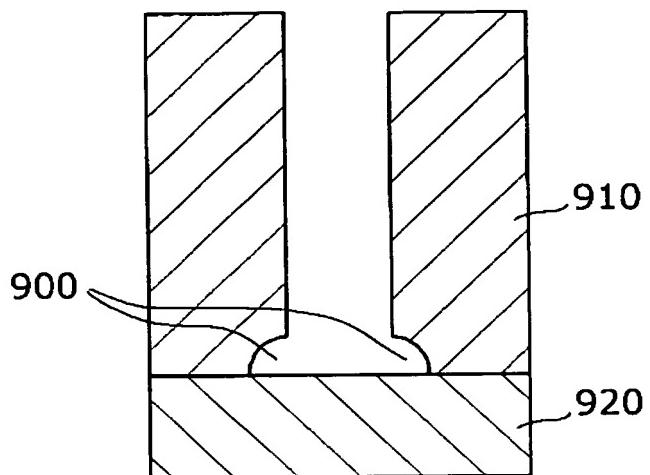
[図4]



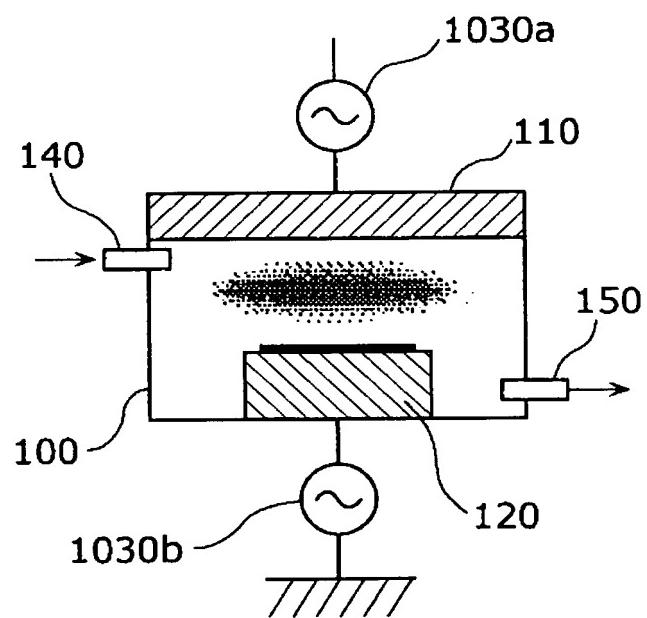
[図5]



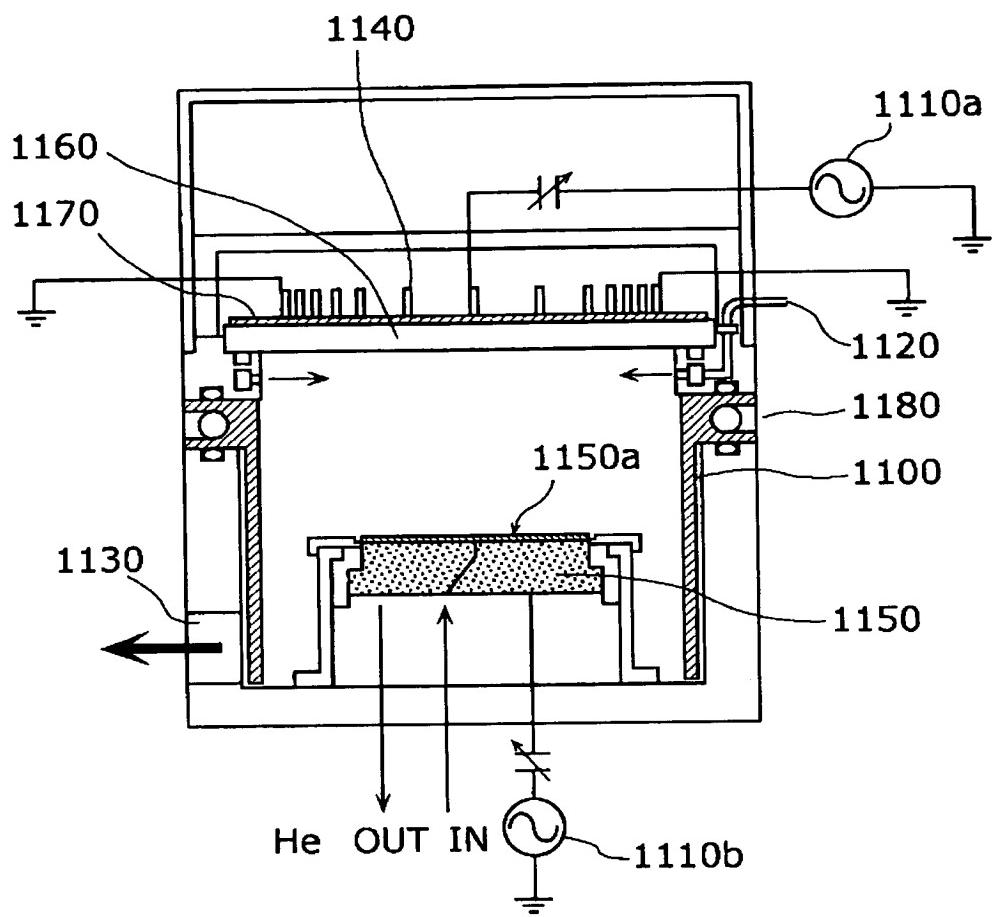
[図6]



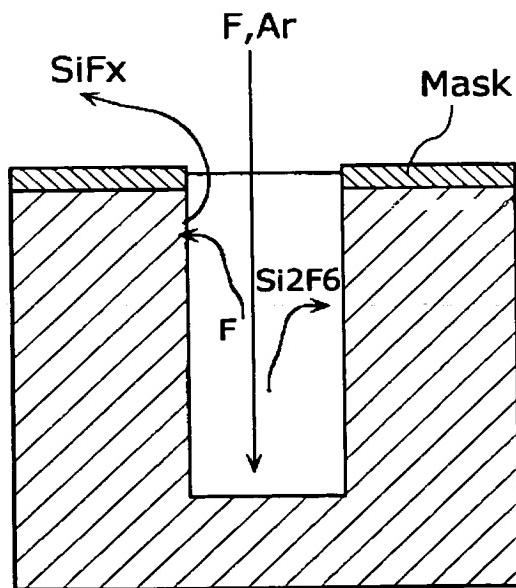
[図7]



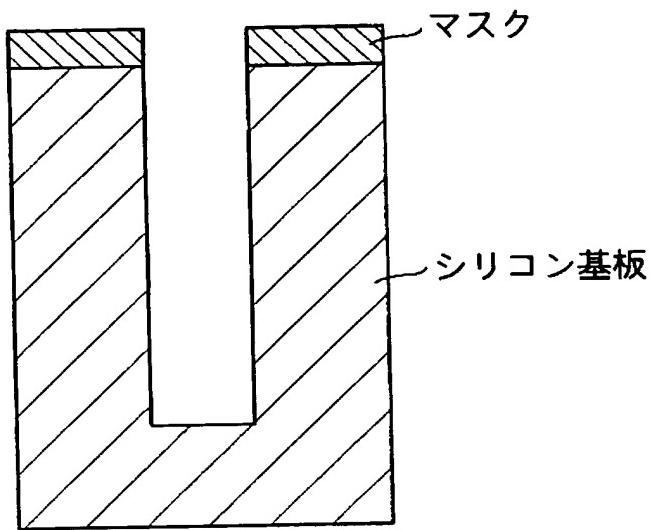
[図8]



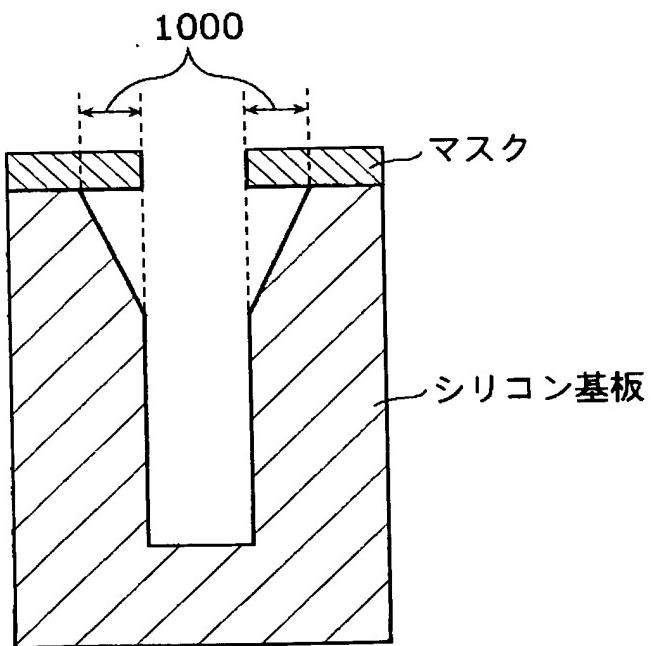
[図9]



[図10]

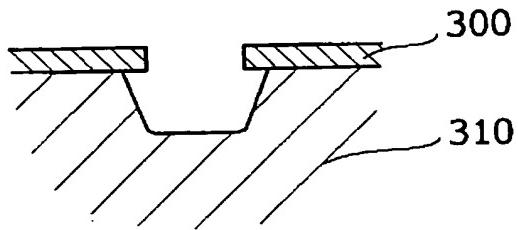


[図11]

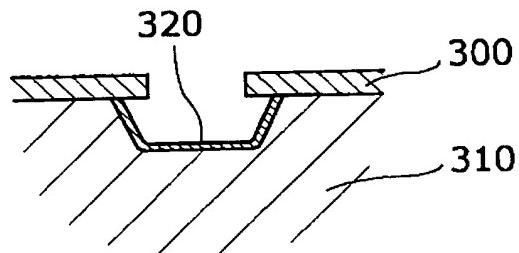


WO 2005/055303

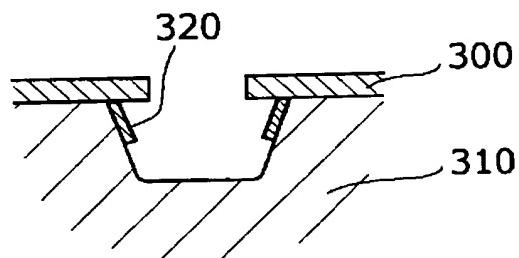
[図12A]



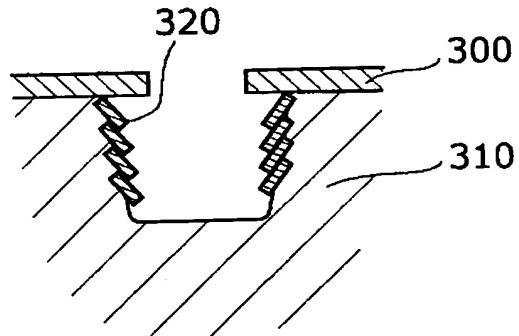
[図12B]



[図12C]



[図12D]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/017622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/3065, H01L21/76, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-244325 A (Denso Corp.), 07 September, 2001 (07.09.01), Par. Nos. [0019] to [0030]; Fig. 1 & US 2001/0023960 A1	1-3, 19
X	JP 2003-533869 A (Applied Materials, Inc.), 11 November, 2003 (11.11.03), Par. Nos. [0004] to [0052] & WO 2001/061750 A1	1, 2
X	JP 2002-542623 A (Lam Research Corp.), 10 December, 2002 (10.12.02), Par. Nos. [0010] to [0033] & WO 2000/063960 A1 & US 2001/001743 A1	1-8, 18, 19 9, 10, 13, 14
Y		

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document dealing with general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 January, 2005 (31.01.05)

Date of mailing of the international search report
15 February, 2005 (15.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2004/017622
--

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 06-349784 A (Robert Bosch GmbH.), 22 December, 1994 (22.12.94), Par. Nos. [0006] to [0020] & US 5498312 A & DE 4317623 A1 & FR 2705694 A1	1,11,12,19
X	JP 2001-284283 A (Hitachi, Ltd.), 12 October, 2001 (12.10.01), Par. No. [0098] & US 2001/028093 A1	1,15-17
Y	JP 2003-303812 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 October, 2003 (24.10.03), Par. No. [0094]; Fig. 1 (Family: none)	9,10,13
Y	JP 2000-299310 A (Denso Corp.), 24 October, 2000 (24.10.00), Par. Nos. [0009] to [0079] & DE 010005804 A1 & US 006277756 B1	14
Y	WO 2003-030239 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 10 April, 2003 (10.04.03), Page 6, line 18 to page 14, line 27 (Family: none)	14

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2004/017622**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-19 are linked only by the technical feature "a method for plasma-etching an object of Si in a processing chamber wherein an etching gas containing a fluorine compound gas and a rare gas is introduced into the processing chamber, and the etching gas is changed into a plasma to etch the object". However, this technical feature cannot be a special technical feature since it is disclosed in prior art documents JP 2001-244325 A (Denso Corp.) and JP 2003-533869 A (Applied Materials, Inc.). Therefore, there is no special technical feature so linking the group of inventions of claims 1-19 as to form a single general inventive concept.

(Continued to extra sheet.)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2004/017622
--

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Consequently, this international application contains eight inventions: the invention of claims 1-6, 19; the invention of claims 7, 8; the invention of claims 9, 10; the invention of claims 11, 12; the invention of claim 13; the invention of claim 14; the invention of claims 15, 16, 17; and the invention of claim 18.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl. 7 H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl. 7 H01L21/3065, H01L21/76, H05H1/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-244325 A (株式会社デンソー) 2001.09.07, 段落番号【0019】-【0030】，第1図 & US 2001/0023960 A1	1-3, 19
X	JP 2003-533869 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2003.11.11, 段落番号【0004】-【0052】 & WO 2001/061750 A1	1, 2

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.01.2005

国際調査報告の発送日

15.2.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

今井 拓也

4R 3339

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
X	JP 2002-542623 A (ラム・リサーチ・コーポレーション) 2002.12.10, 段落番号【0010】-【0033】 & WO 2000/063960 A1 & US 2001/001743 A1	1-8, 18, 19
Y		9, 10, 13, 14
X	JP 06-349784 A(ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 1994.12.22, 段落番号【0006】-【0020】 & US 5498312 A & DE 4317623 A1 & FR 2705694 A1	1, 11, 12, 19
X	JP 2001-284283 A(株式会社日立製作所) 2001.10.12, 段落番号【0098】 & US 2001/028093 A1	1, 15-17
Y	JP 2003-303812 A(松下電器産業株式会社) 2003.10.24, 段落番号【0094】、第1図 (ファミリーなし)	9, 10, 13
Y	JP 2000-299310 A(株式会社デンソー) 2000.10.24, 段落番号【0009】-【0079】 & DE 010005804 A1 & US 006277756 B1	14
Y	WO 2003-030239 A(住友精密工業株式会社) 2003.04.10, 第6頁第18行-第14頁第27行 (ファミリーなし)	14

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT第17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲_____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

2. 請求の範囲_____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求の範囲_____は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-19に記載されている一群の発明は、「処理室内においてS_iからなる被処理体をプラズマエッチングする方法であって、フッ素化合物ガス及び希ガスを含むエッチングガスを前記処理室内に導入し、前記エッチングガスをプラズマ化して前記被処理体をエッチングする」という事項のみで連関しているものと認める。しかしながら、この事項は、先行技術文献JP 2001-244325 A(株式会社デンソー), JP 2003-533869 A(アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド)に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。そうすると、請求の範囲1-19に記載されている一群の発明の間には、单一の一般的発明概念を形成するよう連関させるための、特別な技術的特徴は存しないこととなるから、この国際出願の請求の範囲には、1-6, 19及び7, 8及び9, 10及び11, 12及び13及び14及び15, 16、17及び18に区分される8個の発明が記載されていると認める。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。